



Tielaitos

Antti Tuokkola, Simo Sauni, Kaino Vuorinen

Auran LED-valojen valovoima ja värisävyt

Tampere 1994

Hämeen tiepiiri
Tekniset palvelut

**Tuotannon
palvelukeskus**
Helsingin kehitys-
yksikkö

Antti Tuokkola, Simo Sauni, Kaino Vuorinen

Auran LED-valojen valovoima ja värisävyt

Tielaitos

Hämeen tiepiiri, tekniset palvelut
Tuotannon palvelukeskus, Helsingin kehitysyksikkö

Tampere 1994

Julkaisua saatavana:
Tielaitos, tuotannon palvelukeskus

Tielaitos

Hämeen tiepiiri
Åkerlundinkatu 5 B
PL 376
33010 TAMPERE
Puh. (vaihde) (931) 251 2111

Tuotannon palvelukeskus

Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

Tuokkola Antti, Sauni Simo , Vuorinen Kaino: Auran led-valojen valovoima ja värisävyt.
Helsinki 1994, Tielaitos, Tuotannon palvelukeskus
Aiheluokka: 71
Asiasanat: Talvihoito, aurat, näkyvyys, turvallisuus

TIIVISTELMÄ

Aikaisemmissa tutkimuksissa on led-valot todettu kestävyydeltään ainoaksi kelpolliseksi auran äärivaloksi.

Tässä tutkimuksessa on selvitetty viiden led-valon valovoimia ja värisävyjä. Tuloksia on verrattu auravaloille laadittuihin valovoimakkuus- ja värisävyvaatimuksiin.

Auraled-valaisimen keltainen ja Ledtronic-polttimon punainen valo täyttävät täysin asetetut vaatimukset. Auraledin punainen on hiukan liian kirkas vaatimuksiin verrattuna.

Tutkituista valoista saadaan pienellä kehitystyöllä valovoima- ja värisävyvaatimukset täyttäviä. Parannettujen valojen valovoiman ja värisävyn vaatimusten mukaisuus tulisi kuitenkin varmistaa mittauksin.

Auran äärivaloiksi soveltuvat vain vaatimusten mukaiset äärivalot.

ALKUSANAT

Tutkimus tehtiin tielaitoksen resurssipalvelukeskuksen tilauksesta. Tarkoituksena oli varmistaa myynnissä olevien led-valojen sopivuus tielaitoksen käyttöön ja edistää valojen kehittämistä parannusehdotusten avulla.

Tutkimuksen valovoimamittaukset ja värimääritykset on tehty Tampereen teknillisen korkeakoulun valolaboratoriossa vuonna 1994. Tutkimusraportin laativat Simo Sauni, VTT Valmistustekniikka, Kaino Vuorinen, Hämeen tiepiiri ja Antti Tuokkola, TIEL/Tpk/Hky.

Aikaisemmin on selvitetty led-valojen käyttökestävyyttä. Tämän kokeilun tulokset on raportoitu tielaitoksen selvityksiä-sarjassa (numero 46/1993) nimellä "Auran varoitusvalojen, heijastavien kalvojen ja heijastimien kokeilut (TIEL 4000 076).

Tutkimustulosten käyttämisestä markkinoinnissa on erikseen sovittava tielaitoksen kanssa.

Helsingissä elokuussa 1994

Tielaitos
Tuotannon palvelukeskus

Sisältö

TIIVISTELMÄ

| | |
|--------------------|----|
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 TUTKIMUS | 7 |
| 2.1 Sisältö | 7 |
| 2.2 Led-valot | 8 |
| 3 TUTKIMUSTULOKSET | 10 |
| | 13 |
| 4 JOHTOPÄÄTÖKSET | |
| 5 LIITTEET | 14 |

1 JOHDANTO

Tielaitoksen ja VTT:n yhteistyönä tehtiin vuosina 1990 - 1993 työkoneiden havaittavuustutkimus, jossa todettiin auran hehkulankavalojen kestävän tärinää vain muutaman ajokilometrin. Hehkulankavalot korvattiin led-valoilla, jotka kokeilussa kestivät hyvin auraustyön rasituksia, kuten iskuja ja tärinää.

Led-valojen käyttökokeilussa kuljettajat katsoivat valojen parantavan selvästi heidän turvallisuuttaan aurauksessa. Enemmistö kuljettajista oli tyytyväisiä varoitusvalojen kirkkauteen, osan mielestä valo oli jopa liian kirkas.

Liikenneministeriön kirjeen 7376/70/85 (7.12.1988) mukaan led-valon havaittavuuden on oltava vähintään sama kuin tavanomaisilla polttimoilla.

2 TUTKIMUS

2.1 Sisältö

Valovoima- ja värisävymittaukset on tehty liitteen 1 mukaisesti. Mittausmenetelmä ja valovoiman arvostelu on direktiivin 76/758/ETY mukainen (taulukot 1...2). Värisävyjä on verrattu liikenneministeriön lausunnon mukaisesti ajoneuvoasetuksen täytäntöönpanopäätöksen (150/1983) vaatimuksiin.

Valon jakauma suunnittain on jätetty mittaamatta, jos valaisimen suurin valovoima on ollut alle direktiivin vähimmäisarvon 0.05 cd.

Taulukko 1. Direktiivin 76/758/ETY ilmoittamat punaisen valon valovoimien ääriarvot (cd)

| KULMA | -20° | -10° | -5° | 0° | +5° | +10° | +20° |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| +10° | | | 0.4.....2.4 | | 0.4.....2.4 | | |
| +5° | 0.2.....1.2 | 0.4.....2.4 | | 1.4.....8.4 | | 0.4.....2.4 | 0.2.....1.2 |
| 0° | | 0.7.....4.2 | 1.8.....10. | 2.....12 | 1.8.....10. | 0.7.....4.2 | |
| -5° | 0.2.....1.2 | 0.4.....2.4 | | 1.4.....8.4 | | 0.4.....2.4 | 0.2.....1.2 |
| -10° | | | 0.4.....2.4 | | 0.4.....2.4 | | |

Taulukko 2. Direktiivin ilmoittamat ruskeankeltaisen valon valovoimien ääriarvot (cd).

| KULMA | -20° | -10° | -5° | 0° | +5° | +10° | +20° |
|-------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| +10° | | | 0.8.....12 | | 0.8.....12 | | |
| +5° | 0.4.....6 | 0.8.....12 | | 2.8.....42 | | 0.8.....12 | 0.4.....6 |
| 0° | | 1.4.....21 | 3.6.....54 | 4.....60 | 3.6.....54 | 1.4.....21 | |
| -5° | 0.4.....6 | 0.8.....12 | | 2.8.....42 | | 0.8.....12 | 0.4.....6 |
| -10° | | | 0.8.....12 | | 0.8.....12 | | |

2.2 Led-valot

Mitattavana oli neljä vastakkaisiin suuntiin säteilevää led-valoa (kuvat 1...2) ja yksi yhteensuuntaan säteilevä valo. Vastakkaisiin suuntiin säteilevät:

1. Vuorinen, jonka prototyypissä on nimeltään Vuorinen 2 ja siitä tuotantomalliksi kehitetty Auralied. Vuorinen 2:ssa ledit ovat HLMP-8103 (punainen) ja HLMA-CR00 (ruskeankeltainen). Valaisimessa on muovirunko. Valaisimen on valmistanut H.O. Vuolas Oy, Nokia. Auraliediin ledien sijoitusta on muutettu ja ruskeankeltaisena ledinä oli HLMA-CL00.
2. Ledtronic-polttimo, jonka punainen led-valo on tyyppiä B609CR3K-24 V/30 ja ruskeankeltainen B609CY3K-24 V/30, myyjä Dalma Oy, Järvenpää. Polttimo voidaan liittää työkonien ja kuorma-autojen valaisimiin. Mittaushetkellä polttimot oli kiinnitetty HPG-kumirunkoon. Punaisen valon kupu oli tyypiltään UM-747 ja ruskeankeltainen UM-746. Suojakuvut ovat eurohyväksytyjä.
3. "Sin-Mar" -valaisin, jossa on punainen HLMP 4101- ja kellanruskea HPY 5066-ledi. Valaisimessa on valmistajan tekemä muovirunko. Valaisimen kuvut ovat Ermax 603. Valaisimen tekee PKT Automaatio Ky Hollolasta ja myy Sin-Mar Oy Suonenjoelta.
4. "Ratemex"-valaisin, jossa on punainen HLMP-8110- ja ruskeankeltainen HLMP-8310-ledi. Valaisimen runko on Britax R5W. Kuvut ovat eurohyväksytyjä ja tyypiltään PMG-7R. Valaisimen myyjä on Ratemex Ky, Joensuu.

Eteen tai taaksepäin valaisee Trucklite-led diodilamppu. Se on liitteen 1 mukainen ja sitä maahantuo ja myy Nostolaite Oy, Helsinki.



Kuva 1. Led-valot edestä. Lamppu 1 on Vuorinen 2, 2 on Ledtronic, 3 on Sinmar ja 4 on Ratemex.



Kuva 2. Led-valot sivusta, numerointi kuten kuvassa 1.

3 TUTKIMUSTULOKSET

Valovoima- ja värisävymittausten tarkat tulokset ovat liitteissä 2...4. Taulukoihin 3...8 on merkitty valojakaumien poikkeamat. Poikkeama on positiivinen, jos mitattu arvo on suurempi kuin direktiivin suurin arvo ja negatiivinen, jos mitattu arvo on direktiivin minimiarvoa pienempi.

Punainen Vuorinen2 on paikoittain liian kirkas (taulukko 3) ja ruskeankeltainen liian himmeä (taulukko 4)

Taulukko 3. Punaisen Vuorinen 2:n valovoiman poikkeamat (cd).

| KULMA | -20° | -10° | -5° | 0° | +5° | +10° | +20° |
|-------|------|------|------|------|-----|------|------|
| +10° | | | | | | | |
| +5° | | | | | | | |
| 0° | | | | 10 | | | |
| -5° | | 0,22 | | 4,42 | | | |
| -10° | | | 0,59 | | | | |

Taulukko 4. Ruskeankeltaisen Vuorinen2:n valovoiman poikkeamat (cd).

| KULMA | -20° | -10° | -5° | 0° | +5° | +10° | +20° |
|-------|-------|------|-----|----|-----|------|------|
| +10° | | | | | | | |
| +5° | -0,03 | | | | | | |
| 0° | | | | | | | |
| -5° | -0,1 | | | | | | |
| -10° | | | | | | | |

Auraledin ruskeankeltainen valo on vaatimusten mukainen mutta punainen on paikoitellen liian kirkas (taulukko 5)

Taulukko 5. Punaisen Auraledin valovoiman poikkeamat (cd).

| KULMA | -20° | -10° | -5° | 0° | +5° | +10° | +20° |
|-------|------|------|------|----|------|------|------|
| +10° | | | 0,14 | | | | |
| +5° | | 3,58 | | | | | |
| 0° | | | | | | | |
| -5° | | 0,66 | | | | | |
| -10° | | | 1,31 | | 0,01 | | |

Punainen Ledtronic on valovoimaltaan vaatimusten mukainen, mutta ruskeankeltainen on liian himmeä (taulukko 6).

Taulukko 6. Ruskeankeltaisen Ledtronic:n valovoiman poikkeamat (cd).

| KULMA | -20° | -10° | -5° | 0° | +5° | +10° | +20° |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| +10° | | | -0,51 | | -0,45 | | |
| +5° | -0,18 | -0,49 | | -2,3 | | -0,42 | -0,18 |
| 0° | | -1,05 | -3,1 | -3,38 | -3,05 | -0,99 | |
| -5° | -0,2 | -0,46 | | -2,3 | | -0,43 | -0,17 |
| -10° | | | -0,51 | | -0,5 | | |

Sinmar-valaisimen molempien valojen ja Ratemex-valaisimen ruskeankeltaisen valon valojakaumia ei mitattu, koska niiden suurin valovoima oli alle 0,05 cd. Punainen Ratemex on liian himmeä (taulukko 7)

Taulukko 7. Punaisen Ratemex:n valovoiman poikkeamat (cd).

| KULMA | -20° | -10° | -5° | 0° | +5° | +10° | +20° |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| +10° | | | -0,31 | | -0,21 | | |
| +5° | -0,17 | -0,35 | | -1,21 | | -0,31 | -0,16 |
| 0° | | -0,64 | -1,68 | -1,7 | -1,66 | -0,53 | |
| -5° | -0,16 | -0,37 | | -1,26 | | -0,19 | -0,17 |
| -10° | | | -0,37 | | -0,36 | | |

Truckliten valovoimat ovat liian pieniä (taulukot 8...9)

Taulukko 8. Ruskeankeltaisen Truckliten valovoiman poikkeamat (cd).

| KULMA | -20° | -10° | -5° | 0° | +5° | +10° | +20° |
|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| +10° | | | -0,27 | | -0,03 | | |
| +5° | | | | -1,42 | | | |
| 0° | | | -1,96 | -1,72 | -1,5 | | |
| -5° | | | | -0,66 | | | |
| -10° | | | | | -0,93 | | |

Taulukko 9. Punaisen Truckliten valovoiman poikkeamat (cd).

| KULMA | -20° | -10° | -5° | 0° | +5° | +10° | +20° |
|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| +10° | | | | | | | |
| +5° | | | | -0,74 | | | |
| 0° | | | -1,08 | -1,23 | -1,07 | | |
| -5° | | | | -0,77 | | | |
| -10° | | | -0,19 | | -0,15 | | |

Valoille syötettävän virran jännite saattaa vaihdella välillä 24...31 V. Jännitteen vaihtelut vaikuttavat valovoimaan taulukon 10 mukaisesti. Ajoneuvojen syöttöjännitteen vaihtelu ei näytä vaikuttavan Vuorinen 2:n ja Auraledin valovoimaan. Ledtronic:n valovoimaa vaihtelu muuttaa 20 % ja Ratemex:n valo ei enää pala 24 V:n jännitteellä. Sinmarin valovoiman vaihtelua ei mitattu valovoiman pienuuden takia.

Taulukko 10. Valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen mukaan (syöttöjännitteellä 27,5 V valovoima on 1).

| Valo | Suhteellinen valovoima, kun jännite | | |
|----------------------|-------------------------------------|--------|------|
| | 24 V | 27,5 V | 31 V |
| Ledtronic, molemmat | 0,8 | 1 | 1,2 |
| Ratemex, rusk. kelt | 0 | 1 | 1,4 |
| Ratemex, punainen | 0,2 | 1 | 1,1 |
| Trucklite, molemmat | 0,8 | 1 | 1,2 |
| Vuorinen 2, molemmat | 1 | 1 | 1 |
| Auraled, molemmat | 1 | 1 | 1 |

Värisävymittausten tulokset ovat taulukoissa 11...12.

Taulukko 11. Punaisten valojen värisävymittaukset.

| VALO | KELTAISEEN PÄIN | | PURPPURAAN PÄIN | | KELPOISUUS |
|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|------------|
| | Vaatus | Mittaus | Vaatus | Mittaus | |
| LEDTRO | < 0.335 | 0,29 | < 0.008 | 0 | Ok |
| RATEMEX | < 0.335 | 0,3 | < 0.008 | 0 | Ok |
| SINMAR | < 0.335 | 0,29 | < 0.008 | 0 | Ok |
| TRUCKL | < 0.335 | 0,29 | < 0.008 | 0 | Ok |
| VUORI 2 | < 0.335 | 0,3 | < 0.008 | 0 | Ok |
| AURALED | < 0.335 | 0,29 | < 0.008 | 0 | Ok |

Taulukko 12. Ruskeankeltaisten valojen värisävymittaukset

| VALO | KELTAISEEN PÄIN | | PUNAISEEN PÄIN | | KELPOISUUS |
|-----------|-----------------|---------|----------------|---------|------------|
| | Vaatus | Mittaus | Vaatus | Mittaus | |
| LEDTRONIC | < 0.429 | 0,29 | > 0,398 | 0,71 | Ok |
| RATEMEX | < 0.429 | 0,3 | > 0,398 | 0,7 | Ok |
| SINMAR | < 0.429 | 0,29 | > 0,398 | 0,71 | Ok |
| TRUCKLITE | < 0.429 | 0,39 | > 0,398 | 0,61 | Ok |
| VUORINEN | < 0.429 | 0,3 | > 0,398 | 0,7 | Ok |
| AURALED | < 0.429 | 0,29 | > 0,398 | 0,71 | Ok |

Kaikki valot ovat värisävyvaatimusten mukaisia.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Valojen valovoimat vaihtelevat. Direktiivin 76/758/Ety vaatimuksiin verrattuna:

- Ledtronics:n punainen valo täyttää täysin valovoimavaatimukset mutta ruskeankeltainen valo on liian himmeä. Alijännitteellä punainenkin valo alittaa vaatimukset.
- Vuorinen2:n punaisen valo on keskeltä liian kirkas ja ruskeankeltainen valo on toisesta reunastaan vähän liian himmeä. Myös Auraledin punainen valo on liian kirkas.
- Sinmarin valot ovat valovoimaltaan liian heikkoja.
- Ratemex valot ovat valovoimaltaan liian heikkoja. Lisäksi niiden valo häviää jo 24 voltin syöttöjännitteellä
- Trucklite valo on liian himmeä ja valovoimaa vähentää alijännite.

Valot ovat liikenneministeriön antamien värisävyvaatimusten mukaiset.

Led-valot ovat kestävyydeltään ainoat kelvolliset auran äärivalot. Auralled ruskeankeltainen oli täysin vaatimusten mukainen. Auralledin ja Ledtronics:n punainen valo olivat melkein vaatimukset täyttäviä Muistakin valoista voidaan kehittää vaatimukset täyttäviä. Parannettujen valojen valovoima ja värisävy tulisi varmistaa mittauksin.

Auran äärivaloiksi tulisi valita vaatimusten mukaiset led-valot.

5 LIITTEET

1. Trucklite led diodilampun ominaisuudet
2. Led-valojen mittausselostus, Vuorinen 2, Ledtronics, Sin-Mar ja Ratemex/Tampereen teknillinen korkeakoulu
3. Led-valojen mittausselostus, Trucklite/Tampereen teknillinen korkeakoulu
4. Led-valojen mittausselostus, Aurala/Tampereen teknillinen korkeakoulu

Truck-Liten LED äärivalo.

LIITE 1

ULTRATIIVIS JA VÄRÄHTELYVARMA DIODILAMPPU JOKA ANTAA 100,000 TUNNIN HUOLTOVAPAUDEN!

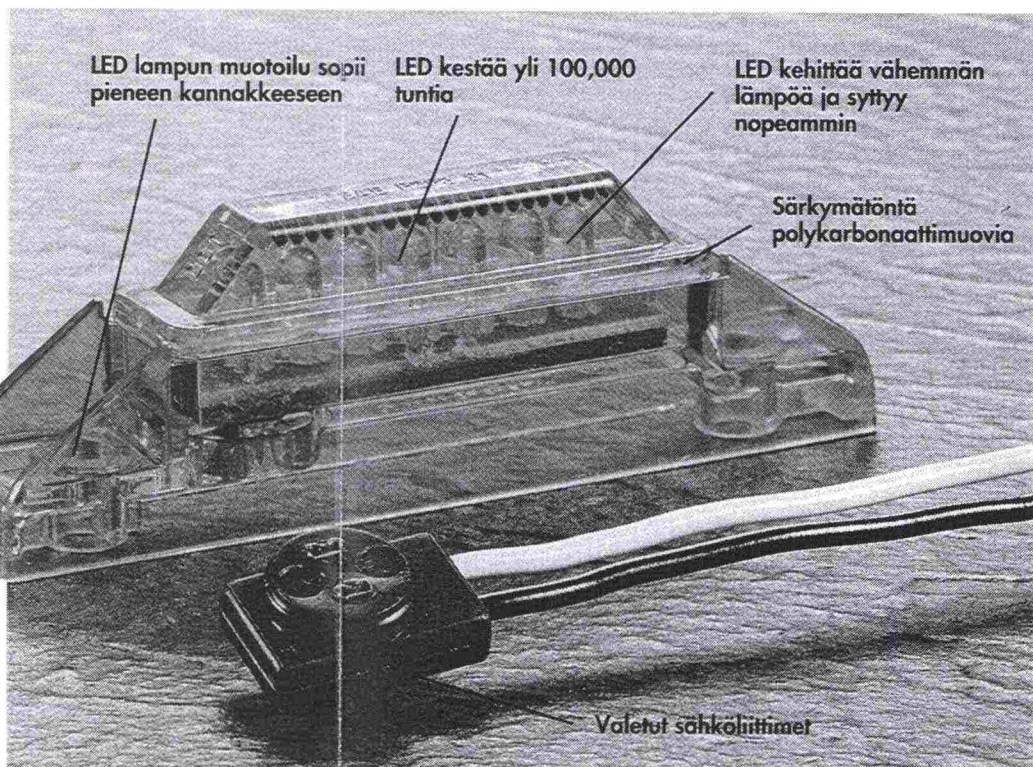
Kun vakioshokki ja värähtely saavuttavat lampun, sen elinikä lyhenee huomattavasti.

Truck-Lite varustaa sinut, 35 vuoden innovaatioteknologian luotettavilla valaisimilla, jotka ratkaisevat sinun ongelmiasi arkojen hehkulamppujen kanssa, koska hehkulamput on poistettu!

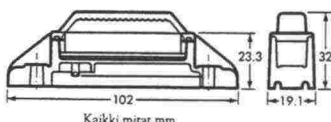
Truck-Liten valettu LED lamppu.

Iskut ja värähtelyt eivät juurikaan vaikuta LED (Light Emitting Diodes) lamppeihin, ne kuluttavat hyvin vähän virtaa, mikä antaa ajoneuvovalaistuksellesi eliniän 100,000 tunniksi, - ongelmatonta valaisua tietä pitkin.

Truck-Lite on valanut diodilampun vesitiiviiseen ja särkymättömään polykarbonaattimuoviin valetuilla sähköliittimillä. Lisäkestävyyttä varten, on saatavana alumiini-pidike, jota käytetään lisäsuojana aineellisia vaurioita vastaan.



Truck-Liten luotettava teknologia ja muotoilu antaa valaisimelle 10 vuoden takuun. LED diodilamppuja on saatavana 12 ja 24 volt.

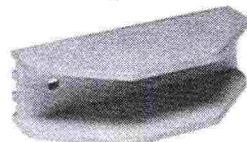


Malli 35 sähköliitin



Valettu sähköliitin pitää veden, suolan ja lian poissa diodilampusta. Sähköliitintä on saatavana seuraavina pituuksina: 3 ja 5 metriä.

Pintakäsitelty asennusteline



Alumiinipidike joka suojaa Malli 35:n diodilamput vaurioilta.



Truck-Lite®

The Brightest Innovations Ever in Safety Lighting



TUTKIMUSSELOSTUS 1109/94

Led-valojen mittaus

Tampere 9.11.1994



Tilaus TieH / Hämeen tiepiiri / K. Vuorinen

Tilaajan toimittamat näytteet

- neljä kappaletta kahteen suuntaan säteileviä led-valoja (keltainen/punainen), jotka tilaajan ilmoituksen mukaan olivat tyyppiä:

Näyte 1: " Kaino Vuorinen 2 "

Näyte 2: " Ledtronics "

Näyte 3: " Sin-Mar "

Näyte 4: " Ratemex "

Tehtävä Valonjaon ja värikoordinaattien mittaaminen tilaajan ohjeiden mukaan

Tehtävän suoritus ja tulokset

Valovoimamittaukset

Led-valoista mitattiin valonjako tilaajan ilmoittamista suunnista jännitteellä 27,5 V. Mittaus tehtiin siten, että pystysuoralta tasolta mitattiin valovoima-arvot värikorjatulla piikennolla (LMT nro 0782411), jossa valoaukon halkaisija oli 30 mm. Mittausetäisyys oli n. 6 m. Ennen mittausta kunkin valon valovoiman annettiin tasaantua n. 4 tuntia.

Liitteessä 1 on esitetty näytteen 1 keltaisen valon valovoima eri suuntiin.

Liitteessä 2 on esitetty näytteen 1 punaisen valon valovoima eri suuntiin.

Liitteessä 3 on esitetty näytteen 2 keltaisen valon valovoima eri suuntiin.

Liitteessä 4 on esitetty näytteen 2 punaisen valon valovoima eri suuntiin.

Näytteen 3 valonjakoa ei mitattu, koska näytteen maksimivalovoimatkin olivat 24 V:n jännitteellä selvästi alle 0,05 cd molemmilla väreillä.

Liitteessä 5 on esitetty näytteen 4 punaisen valon valovoima eri suuntiin.

Näytteen 4 valonjakoa ei mitattu keltaisen valon suuntaan, koska näytteen maksimivalovoima oli tähän suuntaan 24 V:n jännitteellä selvästi alle 0,05 cd.



Värikoordinaattimittaukset

Led-valoista mitattiin värikoordinaatit sekä keltaisen että punaisen valon suuntaan. Värikoordinaateiksi saatiin mittaajännitteellä 24,0 V seuraavat:

| | Keltainen | Punainen |
|----------|--------------------------|--------------------------|
| Näyte 1: | $x = 0,60$ $y = 0,40$ | $x = 0,70$ $y = 0,30$ |
| Näyte 2: | $x = 0,60$ $y = 0,40$ | $x = 0,71$ $y = 0,29$ |
| Näyte 3: | $x = 0,59$ $y = 0,41$ | $x = 0,71$ $y = 0,29$ |
| Näyte 4: | $x = 0,58$ $y = 0,42$ | $x = 0,70$ $y = 0,30$ |

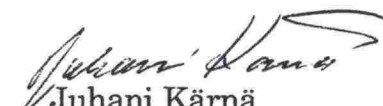
Valovoiman vaihtelu jännitteen funktiona

Led-valoista mitattiin myös valojen valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona jännitealueella 20-32 V. Mittaukset tehtiin siten, että kunkin valon jännitteeksi säädettiin ensin 27,5 V ja annettiin valojen valovoimien tasaantua normaalissa huoneenlämmössä n. 4 tuntia. Tämän jälkeen jännitettä vaihdeltiin em. rajoissa, ja kullakin jännitteellä valovoima-arvo luettiin mahdollisimman pian jännitteen muutoksen jälkeen (n. 5 sekunnin kuluttua).

Tulokset on esitetty liitteissä 6...11

Yleistä

Tämä selostus korvaa kokonaan TTKK:n tutkimusselostuksen nro 606/94. Tässä selostuksessa koestetut näytteet ovat samat, mutta niitä on vanhennettu 7 vrk jännitteellä 27,5V ennen tämän tutkimusselostuksen mittauksia.


Juhani Kärnä
prof.


Tapani Nurmi
tutkija



Led-valo: Auravallo " Kaino Vuorinen 2 "
Väri: Keltainen
Mittausjännite: 27,5 V

Valovoima eri suuntiin / cd

| | -20° | -10° | -5° | +0° | +5° | +10° | +20° |
|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| +10° | | | 2,01 | | 2,01 | | |
| +5° | 0,33 | 1,65 | | 8,68 | | 2,01 | 0,42 |
| +0° | | 2,01 | 4,86 | 15,60 | 6,48 | 2,07 | |
| -5° | 0,27 | 1,65 | | 4,91 | | 1,77 | 0,36 |
| -10° | | | 1,55 | | 2,17 | | |

Led-valo: Auravallo " Kaino Vuorinen 2"
Väri: Punainen
Mittausjännite: 27,5 V

Valovoima eri suuntiin / cd

| | -20° | -10° | -5° | +0° | +5° | +10° | +20° |
|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| +10° | | | 1,69 | | 1,55 | | |
| +5° | 0,52 | 2,12 | | 7,60 | | 1,66 | 0,49 |
| +0° | | 3,22 | 9,67 | 21,60 | 6,38 | 2,00 | |
| -5° | 0,52 | 2,58 | | 12,59 | | 1,83 | 0,46 |
| -10° | | | 2,94 | | 2,26 | | |



Led-valo:

Auravallo " Ledtronics "

Väri:

Keltainen

Mittausjännite:

27,5 V

Valovoima eri suuntiin / cd

| | -20° | -10° | -5° | +0° | +5° | +10° | +20° |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| +10° | | | 0,28 | | 0,34 | | |
| +5° | 0,22 | 0,30 | | 0,48 | | 0,37 | 0,21 |
| +0° | | 0,34 | 0,49 | 0,60 | 0,53 | 0,40 | |
| -5° | 0,19 | 0,33 | | 0,49 | | 0,35 | 0,22 |
| -10° | | | 0,28 | | 0,29 | | |



Led-valo:

Auravalo " Ledtronics "

Väri:

Punainen

Mittausjännite:

27,5 V

Valovoima eri suuntiin / cd

| | -20° | -10° | -5° | +0° | +5° | +10° | +20° |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| +10° | | | 1,39 | | 1,05 | | |
| +5° | 0,44 | 1,46 | | 2,36 | | 1,38 | 0,43 |
| +0° | | 1,53 | 2,24 | 3,51 | 2,51 | 1,55 | |
| -5° | 0,44 | 1,51 | | 2,69 | | 1,25 | 0,47 |
| -10° | | | 1,62 | | 1,33 | | |

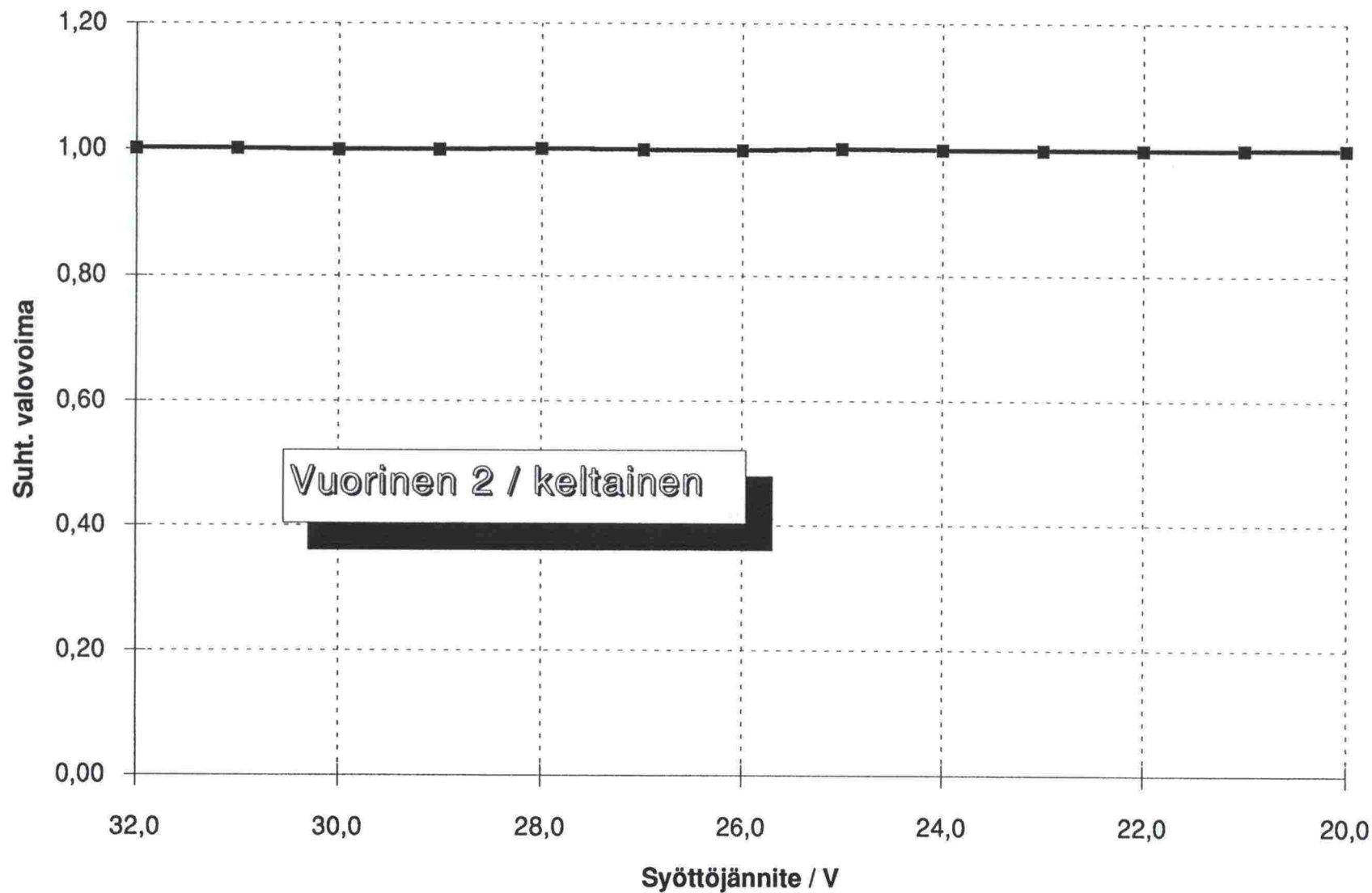


Led-valo: Auravalo " Ratemex "
Väri: Punainen
Mittausjännite: 27,5 V

Valovoima eri suuntiin / cd

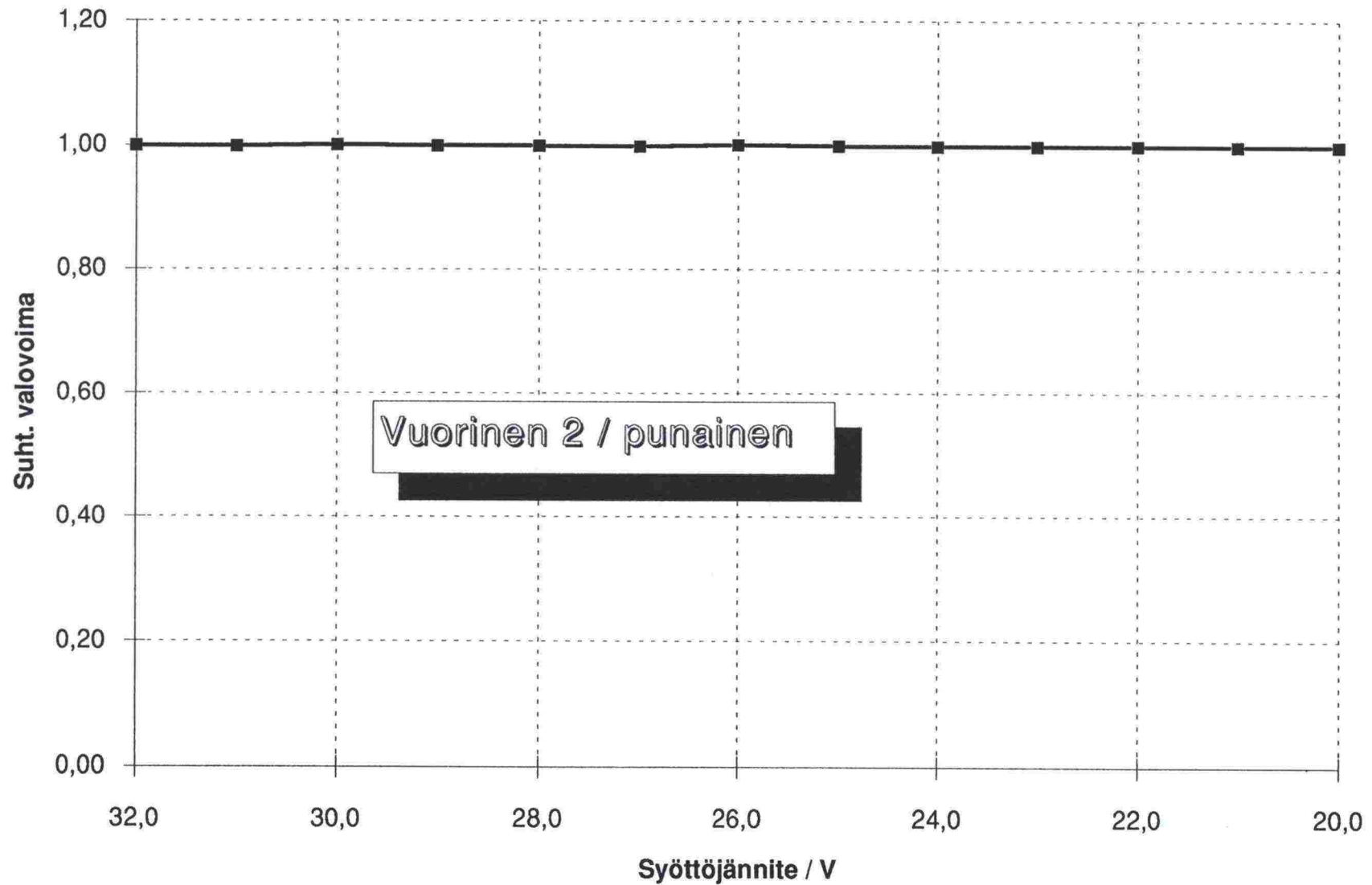
| | -20° | -10° | -5° | +0° | +5° | +10° | +20° |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| +10° | | | 1,43 | | 2,90 | | |
| +5° | 0,42 | 0,82 | | 2,95 | | 1,31 | 0,54 |
| +0° | | 0,88 | 1,84 | 4,57 | 2,16 | 2,56 | |
| -5° | 0,57 | 0,50 | | 2,12 | | 3,18 | 0,46 |
| -10° | | | 0,52 | | 0,67 | | |

Valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona



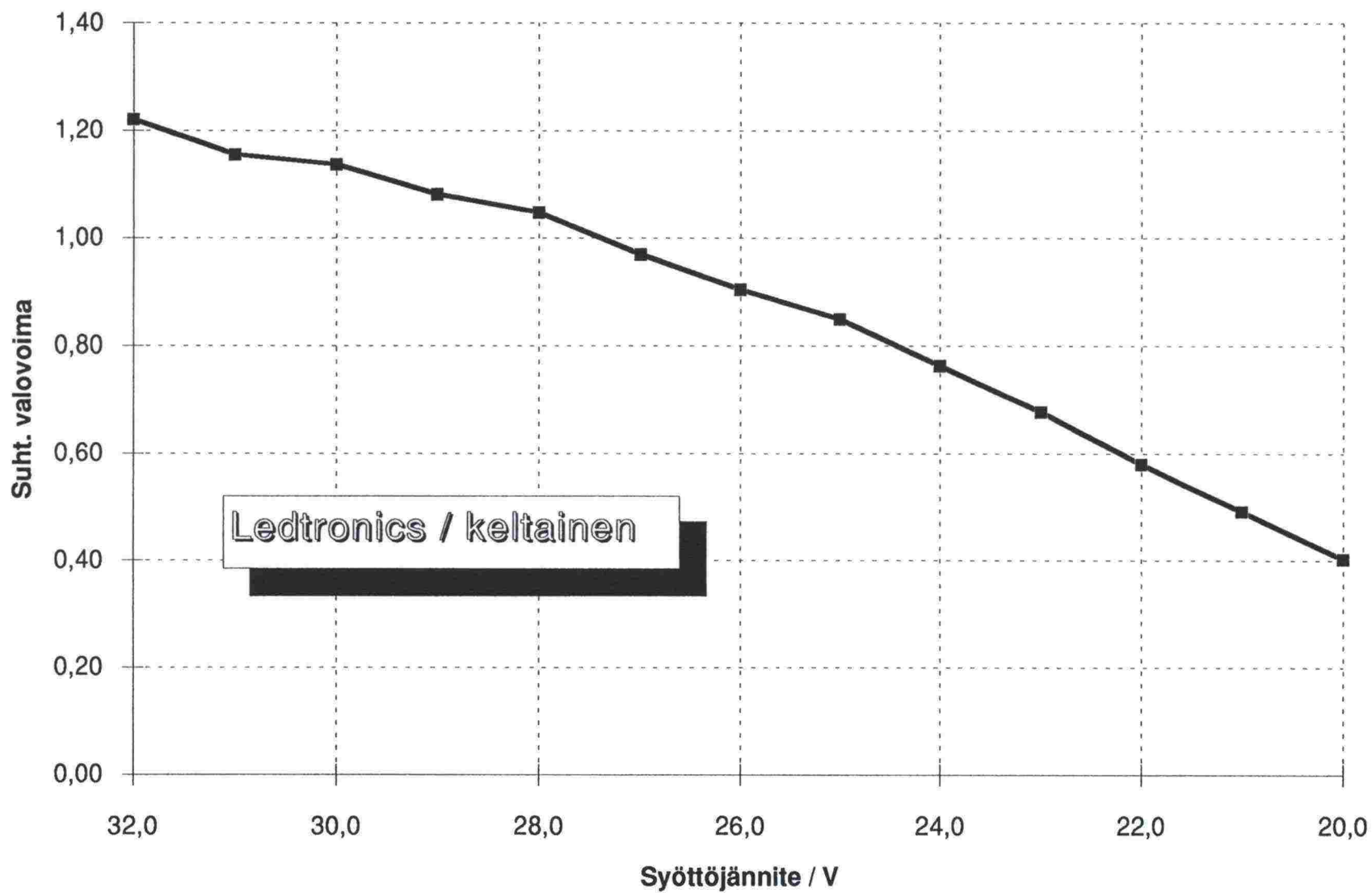


Valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona



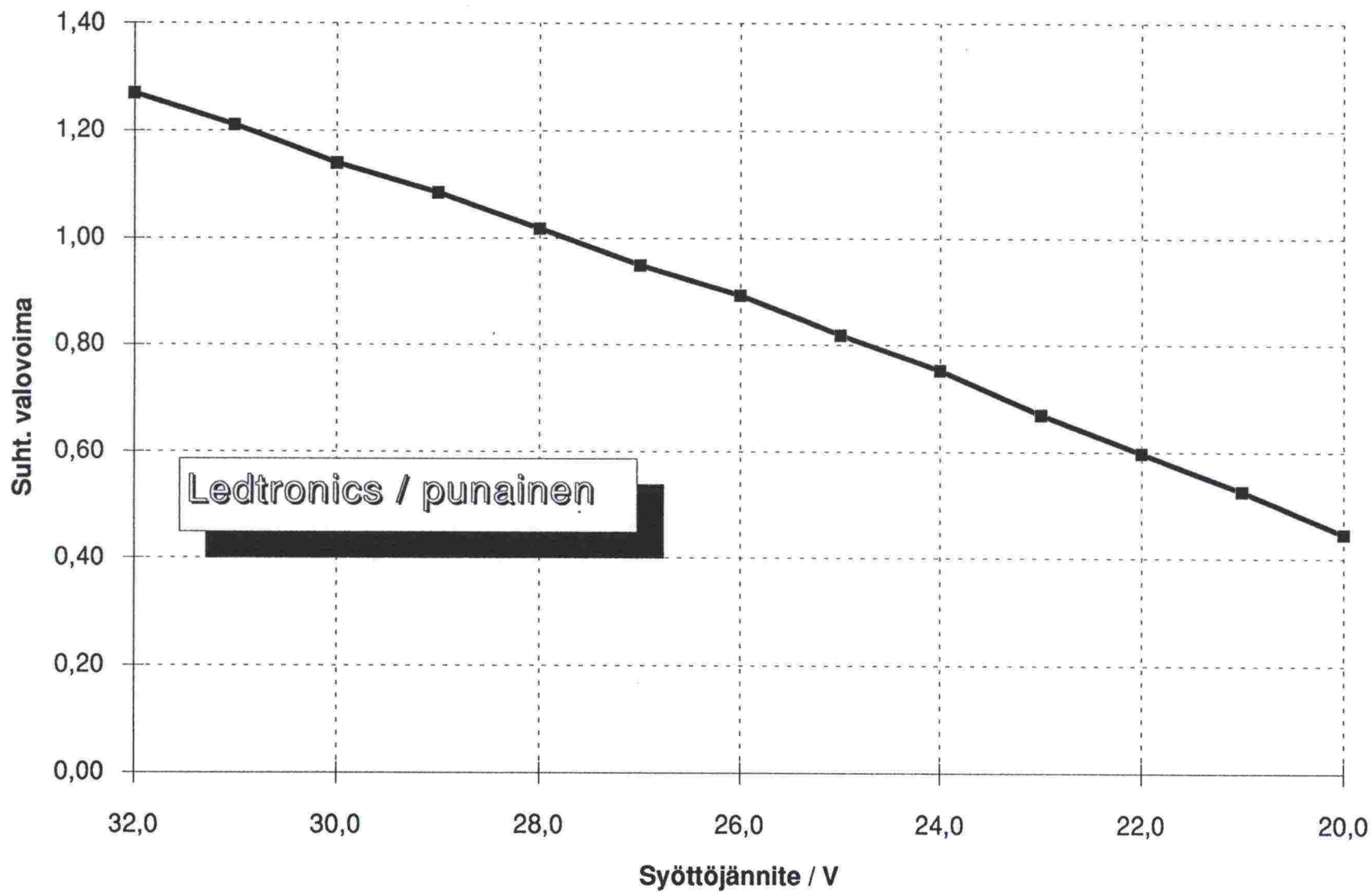


Valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona



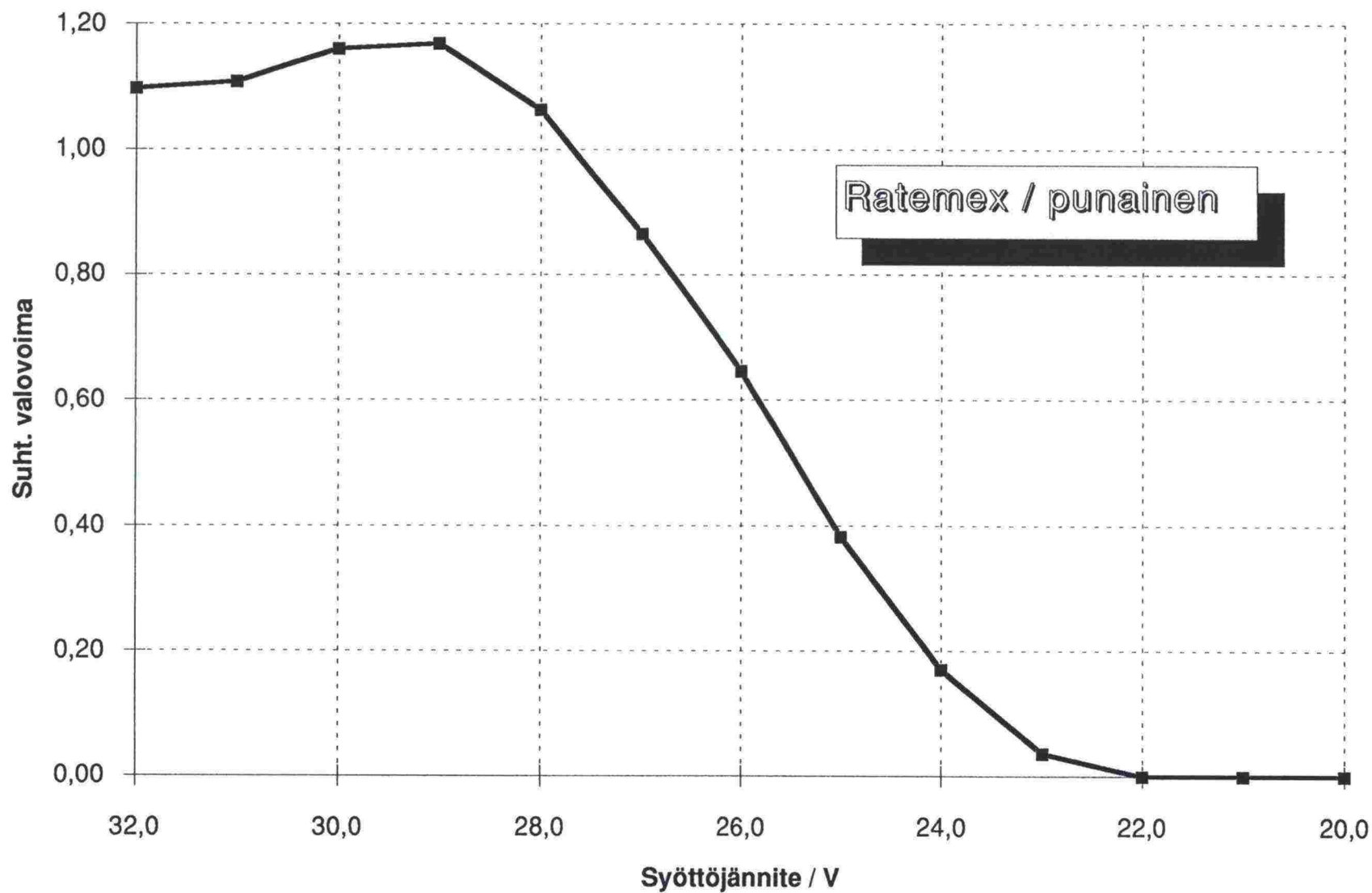


Valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona



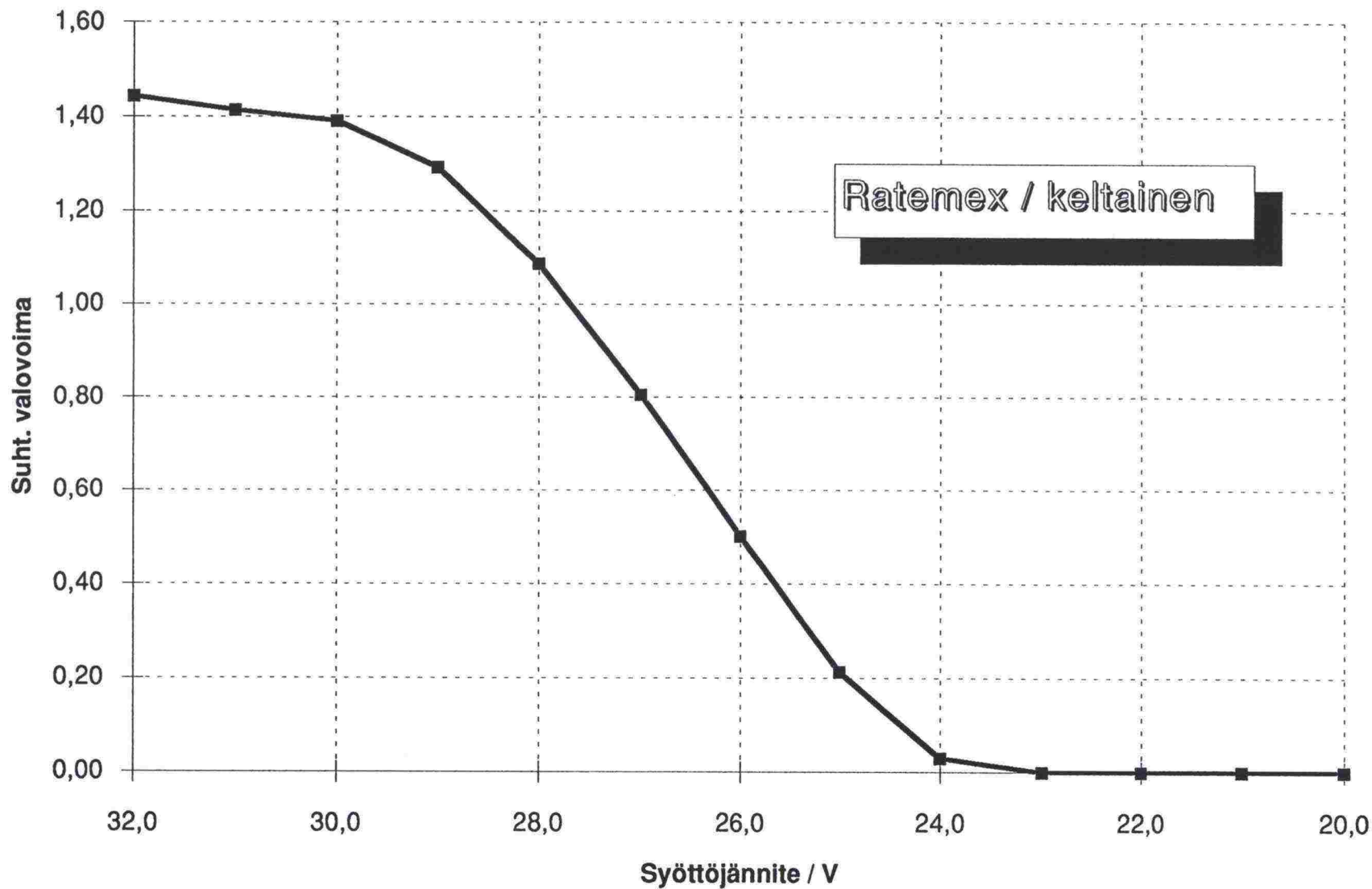


Valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona





Valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona





TUTKIMUSSELOSTUS 1111/94

Led-valon mittaus

Tampere 11.11.1994



Tilaus TieH / Hämeen tiepiiri / K. Vuorinen

Tilaaajan toimittamat näytteet

- kahteen suuntaan säteilevä led-valo (keltainen/punainen), joka tilaaajan ilmoituksen mukaan on tyyppiä:
"Truck-Lite "

Tehtävä Valonjaon ja värikoordinaattien mittaaminen tilaaajan ohjeiden mukaan

Tehtävän suoritus ja tulokset

Valovoimamittaukset

Led-valosta mitattiin valonjako tilaaajan ilmoittamista suunnista jännitteellä 27,5 V. Mittaus tehtiin siten, että pystysuoralta tasolta mitattiin valovoima-arvot värikorjatulla piikennolla (LMT nro 0782411), jossa valoaukon halkaisija oli 30 mm. Mittausetäisyys oli n. 6 m. Ennen mittausta valovoiman annettiin tasaantua n. 4 tuntia.

Liitteessä 1 on esitetty keltaisen valon valovoima eri suuntiin.

Liitteessä 2 on esitetty punaisen valon valovoima eri suuntiin.

Värikoordinaattimittaukset

Led-valosta mitattiin värikoordinaatit sekä keltaisen että punaisen valon suuntaan. Värikoordinaateiksi saatiin mittausjännitteellä 27,5 V seuraavat:

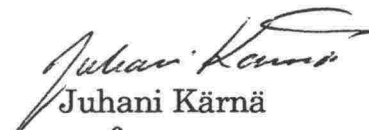
| Keltainen | Punainen |
|------------|------------|
| $x = 0,61$ | $x = 0,71$ |
| $y = 0,39$ | $y = 0,29$ |



Valovoiman vaihtelu jännitteen funktiona

Led-valosta mitattiin myös valon valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona jännitealueella 20-32 V. Mittaukset tehtiin siten, että jännitteeksi säädettiin ensin 27,5 V ja annettiin valovoiman tasaantua normaalissa huoneenlämmössä n. 4 tuntia. Tämän jälkeen jännitettä vaihdeltiin em. rajoissa, ja kullakin jännitteellä valovoima-arvo luettiin mahdollisimman pian jännitteen muutoksen jälkeen (n. 5 sekunnin kuluttua).

Tulokset on esitetty liitteissä 3 ja 4.


Juhani Kärnä
prof.


Tapani Nurmi
tutkija

Led-valo: Truck-Lite
Väri: Keltainen
Mittausjännite: 27,5 V

Valovoima eri suuntiin / cd

| | -20° | -10° | -5° | +0° | +5° | +10° | +20° |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| +10° | | | 0,53 | | 0,77 | | |
| +5° | 1,00 | 1,03 | | 1,38 | | 1,36 | 1,43 |
| +0° | | 1,41 | 1,64 | 2,28 | 2,10 | 2,16 | |
| -5° | 1,01 | 1,21 | | 2,14 | | 1,88 | 1,98 |
| -10° | | | 1,34 | | 1,73 | | |

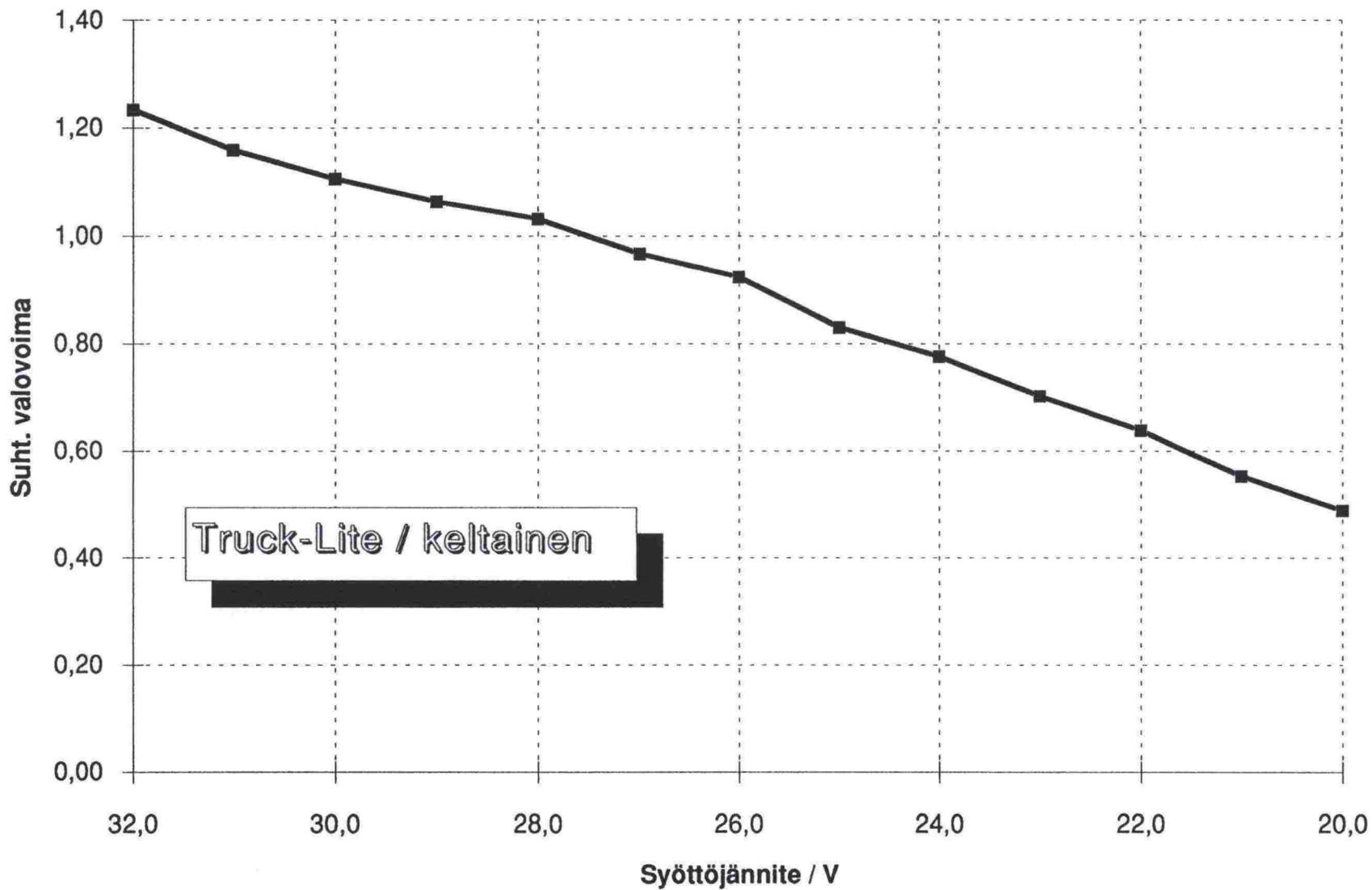
Led-valo:
Väri:
Mittausjännite:

Truck-Lite
Punainen
27,5 V

Valovoima eri suuntiin / cd

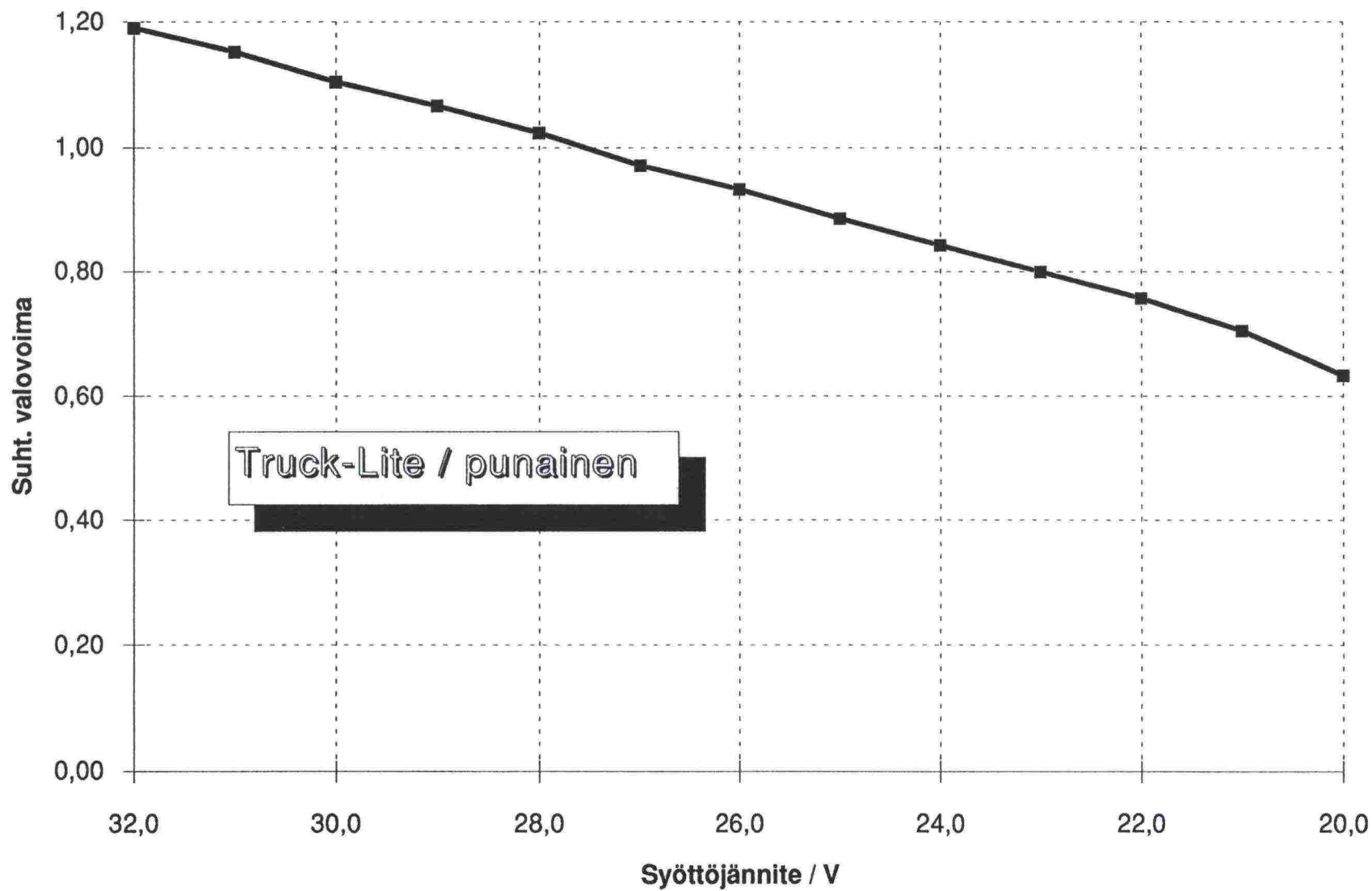
| | -20° | -10° | -5° | +0° | +5° | +10° | +20° |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| +10° | | | 0,56 | | 0,61 | | |
| +5° | 0,44 | 0,55 | | 0,66 | | 0,61 | 0,49 |
| +0° | | 0,58 | 0,72 | 0,77 | 0,73 | 0,70 | |
| -5° | 0,38 | 0,46 | | 0,63 | | 0,56 | 0,44 |
| -10° | | | 0,21 | | 0,25 | | |

Valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona





Valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona





TUTKIMUSSELOSTUS 1110/94

Led-valon mittaus

Tampere 10.11.1994



Tilaus TieH / Hämeen tiepiiri / K. Vuorinen

Tilaajan toimittamat näytteet

- kahteen suuntaan säteilevä led-valo (keltainen/punainen), joka tilaajan ilmoituksen mukaan on tyyppiä:
"AURALED äärivalo "

Tehtävä Valonjaon ja värikoordinaattien mittaaminen tilaajan ohjeiden mukaan

Tehtävän suoritus ja tulokset

Valovoimamittaukset

Led-valosta mitattiin valonjako tilaajan ilmoittamista suunnista jännitteellä 27,5 V. Mittaus tehtiin siten, että pystysuoralta tasolta mitattiin valovoima-arvot värikorjatulla piikennolla (LMT nro 0782411), jossa valoaukon halkaisija oli 30 mm. Mittausetäisyys oli n. 6 m. Ennen mittausta valovoiman annettiin tasaantua n. 4 tuntia.

Liitteessä 1 on esitetty keltaisen valon valovoima eri suuntiin.

Liitteessä 2 on esitetty punaisen valon valovoima eri suuntiin.

Värikoordinaattimittaukset

Led-valosta mitattiin värikoordinaatit sekä keltaisen että punaisen valon suuntaan. Värikoordinaateiksi saatiin mittausjännitteellä 27,5 V seuraavat:


| Keltainen | Punainen |
|------------|------------|
| $x = 0,61$ | $x = 0,71$ |
| $y = 0,39$ | $y = 0,29$ |



Valovoiman vaihtelu jännitteen funktiona

Led-valosta mitattiin myös valon valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona jännitealueella 20-32 V. Mittaukset tehtiin siten, että jännitteeksi säädettiin ensin 27,5 V ja annettiin valovoiman tasaantua normaalissa huoneenlämmössä n. 4 tuntia. Tämän jälkeen jännitettä vaihdeltiin em. rajoissa, ja kullakin jännitteellä valovoima-arvo luettiin mahdollisimman pian jännitteen muutoksen jälkeen (n. 5 sekunnin kuluttua).

Tulokset on esitetty liitteissä 3 ja 4.


Juhani Kärnä
prof.


Tapani Nurmi
tutkija



Led-valo:

Väri:

Mittausjännite:

Auraled

Keltainen

27,5 V

Valovoima eri suuntiin / cd

| | -20° | -10° | -5° | +0° | +5° | +10° | +20° |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| +10° | | | 2,65 | | 2,61 | | |
| +5° | 0,66 | 2,29 | | 6,54 | | 2,42 | 0,70 |
| +0° | | 2,33 | 5,22 | 9,95 | 5,32 | 2,50 | |
| -5° | 0,56 | 2,09 | | 5,58 | | 2,06 | 0,56 |
| -10° | | | 2,06 | | 2,06 | | |



Led-valo:
Väri:
Mittausjännite:

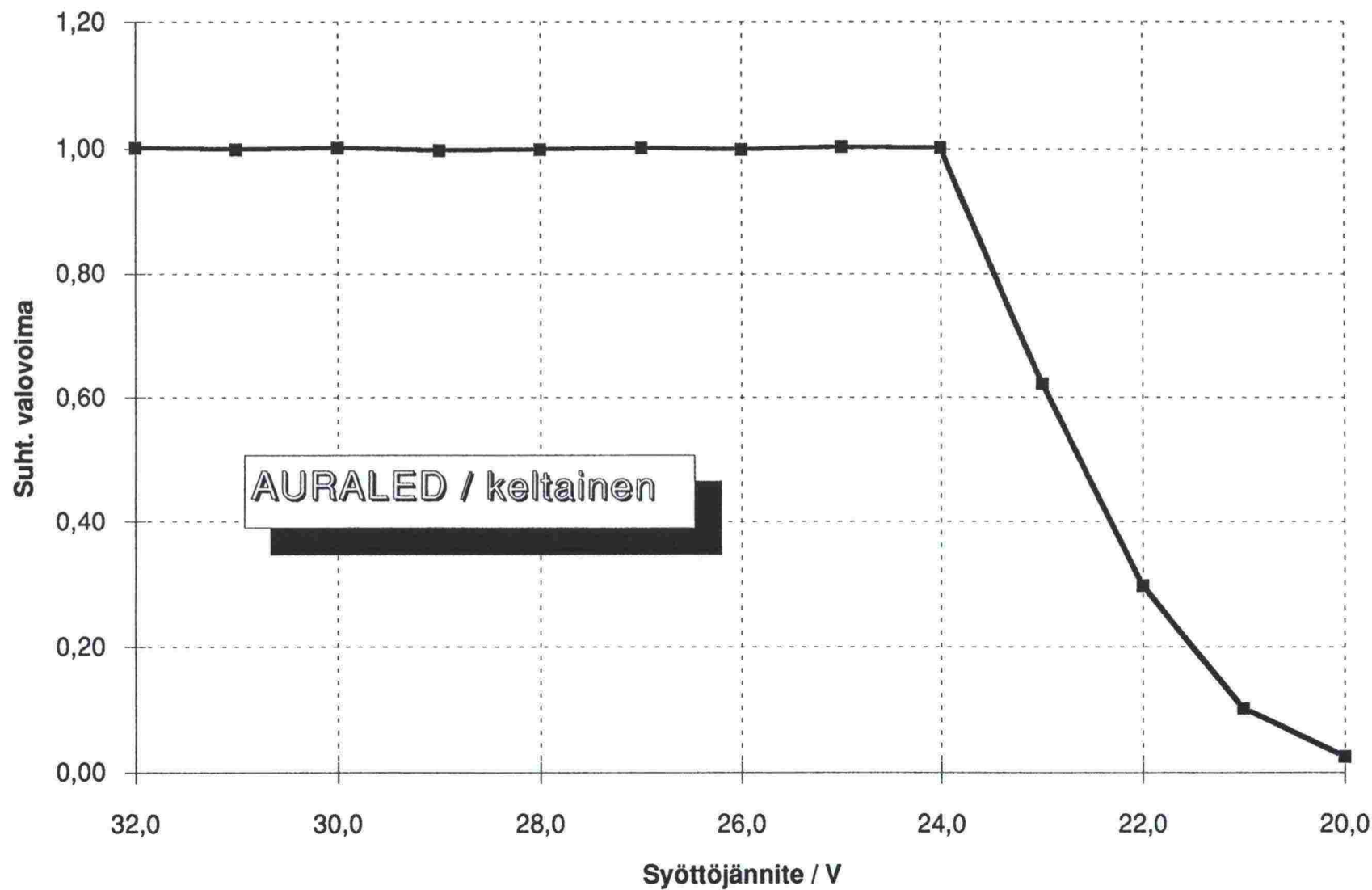
Auraled
Punainen
27,5 V

Valovoima eri suuntiin / cd

| | -20° | -10° | -5° | +0° | +5° | +10° | +20° |
|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| +10° | | | 2,54 | | 1,99 | | |
| +5° | 1,00 | 5,98 | | 8,07 | | 1,89 | 0,86 |
| +0° | | 3,41 | 7,91 | 10,41 | 5,22 | 2,00 | |
| -5° | 0,93 | 3,06 | | 7,07 | | 1,86 | 0,80 |
| -10° | | | 3,71 | | 2,41 | | |



Valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona





Valovoiman vaihtelu syöttöjännitteen funktiona

